

IAP2004 Rec'd PCT/PTO 15 MAY 2006

## Leichtbauventil

Die Erfindung betrifft ein Leichtbauventil, insbesondere für Brennkraftmaschinen, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Leichtbauventile der hier angesprochenen Art sind bekannt (DE 198 04 053 A1). Sie werden unter anderem als Ein- und Auslassventile für Verbrennungsmotoren eingesetzt und umfassen einen massiven oder hohlen, nur eine geringe Wandstärke aufweisenden Ventilschaft, einen trichter-/trompetenförmigen Ventilkegel sowie einen Ventilteller zum Verschließen des Ventilkegels, wobei der Ventilteller zum Zwecke der Gewichtsreduzierung auf seiner dem Ventilkegel zugewandten Flachseite mit einer Vertiefung versehen ist. Die Vertiefung ist von der Umfangsfläche des Ventiltellers beabstandet, so dass randseitig eine ebene Ringfläche gebildet ist, an der der Ventilkegel mit seinem durchmessergrößeren Ende stirnseitig in Anlage gebracht ist. Ventilkegel und Ventilteller sind in ihrem Anbindungsbereich miteinander verschweißt. Nachteilig bei dem bekannten Leichtbauventil ist, dass ein präzises, gegenseitiges Ausrichten der Einzelteile, insbesondere des Ventilkegels gegenüber dem Ventilteller, vor dem Fügeprozess nur mit hohem Aufwand realisierbar ist und spezielle Haltevorrichtungen erforderlich sind, die den Ventilteller und den Ventilkegel während des Fügeprozesses lagegenau beieinander halten.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Leichtbauventil der eingangs genannten Art zu schaffen, das diesen Nachteil nicht aufweist.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Leichtbauventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass der Ventilkegel mit seinem durchmessergrößeren Endbereich in die Vertiefung hineinragt. Auf Grund dieser Ausgestaltung erfolgt in einfacher Weise eine exakte Ausrichtung von Ventilkegel und Ventilteller zueinander, ohne dass hierfür spezielle Vorrichtungen erforderlich sind. Weiterhin ist der Ventilteller durch den Eingriff des Ventilkegels in die Vertiefung gegen radiales Verschieben relativ gegenüber dem Ventilkegel gesichert. Vorteilhaft ist ferner, dass die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Anbindungsbereich mehr Möglichkeiten der Schweißnahtgestaltung als das bekannte Leichtbauventil bietet.

Gemäß einer ersten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Ventilkegel und der Ventilschaft als einstückiges Bauteil ausgebildet sind. Dabei kann der Ventilkegel am Ventilschaft durch auftulpen, das heißt durch aufweiten des hohlen Schaftendes hergestellt sein. Nach einer zweiten Ausführungsform des Leichtbauventils ist der Ventilkegel ein separates Bauteil, das an seinem durchmesserkleineren Ende am Ventilschaft oder an einem am Ventilteller vorgesehenen, den Ventilkegel durchgreifenden Schaftverbindungsstück und an seinem durchmessergrößeren Ende am Ventilteller fixiert ist.

Der Durchmesser der Vertiefung und der Außendurchmesser des Ventilkegels an seinem durchmessergrößeren Ende können so aufeinander abgestimmt sein, dass beim Einbringen des Ventilkegels in die Vertiefung eine Kraftschlussverbindung zwischen diesen Teilen gebildet ist, wodurch diese unverrückbar und

verliersicher miteinander verbunden sind. Dies vereinfacht das Handling dieser durch Einstecken des Ventilkegels in die Ventiltellervertiefung gebildeten Baugruppe während des nachfolgenden Fügeprozesses, also wenn Ventilkegel und Ventilteller stoffschlüssig miteinander verbunden werden, vorzugsweise verschweißt oder verlötet. Weitere Befestigungsmittel zum Verbinden des Ventiltellers und des Ventilschafts zum Zwecke der Vormontage sind nicht erforderlich.

Bei einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils ist die Vertiefung im Ventilteller als Zentrier- und/oder Abstütz Sitz ausgebildet. Dabei ist die Vertiefung vorzugsweise so ausgebildet, dass beim Einführen des durchmessergrößeren Endbereichs des Ventilkegels eine gewünschte Ausrichtung des Ventilkegels relativ gegenüber dem Ventilteller erfolgt, so dass auf separate Zentriermittel verzichtet werden kann. Zusätzlich oder alternativ dient dabei die Vertiefung als Lagerstelle für den Ventilkegel.

Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Ventilteller aus der intermetallischen Phase Titanaluminid (TiAl) oder einer TiAl-Legierung durch Gießen hergestellt ist. Dieser Ventilteller weist ein nur geringes Gewicht auf und ist zudem extrem verschleißfest. Nach einer anderen Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der Ventilteller aus Stahl, insbesondere Werkzeugstahl besteht und durch Schmieden hergestellt sind. Nach einer dritten Ausführungsvariante wird der Ventilteller mittels eines Pulvermetallurgie-Herstellungsverfahrens gefertigt, insbesondere aus einem Werkzeugstahl, welcher extrem verschleißfest ist.

Bezüglich der für den Ventilschaft und den Ventilteller verwendbaren Materialien wird auch auf die DE 100 29 299 C2 ver-

wiesen, deren Inhalt bezüglich der eingesetzten Materialien Gegenstand dieser Beschreibung ist.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils ist der Ventilkegel als Blechbauteil ausgebildet. Als Material findet beispielsweise unlegierter Baustahl, insbesondere St-52, oder niedrig legierter Stahl, insbesondere X10Cr13, Verwendung. Der Ventilkegel kann kostengünstig in einem Tiefziehverfahren hergestellt werden.

Weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele des Leichtbauventils ergeben sich aus Kombinationen der in der Beschreibung und in den Unteransprüchen genannten Merkmale.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1            einen Ausschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels eines Leichtbauventils für Verbrennungsmotoren in perspektivischer und aufgebrochener Darstellung;
- Fig. 2            eine perspektivische Darstellung eines in Figur 1 dargestellten Ventilkegels;
- Fig. 3            in perspektivischer und aufgebrochener Darstellung einen Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Ventiltellers;
- Fig. 4            einen Ausschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils in perspektivischer und aufgebrochener Darstellung und
- Fig. 5            einen Ausschnitt eines vierten Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils in Schnittdarstellung.

Figur 1 zeigt einen Teil eines ersten Ausführungsbeispiels eines mehrteilig ausgebildeten Leichtbauventils 1 für Verbrennungsmotoren. Dieses kann als thermisch weniger belastetes Einlassventil oder als thermisch höher belastetes Auslassventil eingesetzt werden, wobei das Material der einzelnen Teile in Abhängigkeit der Verwendung des Leichtbauventils 1 entsprechend gewählt wird.

Das um seine Längsmittelachse 2 rotationssymmetrische Leichtbauventil 1 umfasst einen hier aus Vollmaterial bestehenden Ventilschaft 3, einen hohlen Ventilkegel 5 sowie einen den Ventilkegel 5 verschließenden Ventilteller 7.

Der einen kreisförmigen Querschnitt aufweisende Ventilschaft 3 weist einen durchmessergrößeren Längsabschnitt 9 auf, an den sich ein durchmesserkleinerer Längsabschnitt 11 anschließt, wodurch an der Ventilschaft-Außenumfangsfläche 13 eine umlaufende, ringförmige Anlageschulter 15 gebildet ist. Alternativ kann der Ventilschaft 3 aus Gründen der Gewichtsreduzierung auch einen Hohlraum aufweisen. Der Ventilschaft 3 kann beispielsweise von einem präzisionsgezogenen Rohr aus Stahl, beispielsweise X45, gebildet sein, das an seinem nicht dargestellten Ende mittels eines Ventilschaftendstücks/-fußes verschlossen. Der Ventilschaft 3 weist an seinem in Figur 1 erkennbaren Ende eine plane Stirnfläche 17 auf.

Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Ventilkegel 5 ist von einem separaten Blechteil gebildet und weist eine nur geringe Wandstärke auf. Der einstückige Ventilkegel 5 weist einen Grundkörper in Form einer Tellerfeder auf, an dessen durchmesserkleineren Ende ein kragenförmiger Führungs- und Zentrierabschnitt 19 angeformt ist, welcher von einer Durchgangsöffnung 21 durchdrungen ist, durch die der Ventilschaft 3 im zusammengefügt Zustand hindurchgreift. Der Durchmesser der

Durchgangsöffnung 21 ist gleich groß wie oder größer als der Außendurchmesser des Ventilschafts 3, so dass dieser die Durchgangsöffnung 21 entweder mit Spiel durchgreift oder eine Kraftschlussverbindung zwischen Ventilschaft 3 und Ventilkegel 5 gebildet ist. Beim Aufstecken des Ventilkegels 5 auf den Ventilschaft 3 erfolgt auf Grund des Führungs- und Zentrierabschnitts 19 selbsttätig eine Ausrichtung/Zentrierung dieser Teile zueinander.

Der Ventilteller 7 ist auf seiner dem Ventilschaft 3 zugewandten Flachseite mit einer als Lagerstelle/-sitz für den Ventilkegel 5 dienende Vertiefung 23 versehen, in die der Ventilkegel 5 mit seinem durchmessergrößeren Ende hineinragt. Die Vertiefung 23 weist in Draufsicht gesehen einen kreisrunden Querschnitt auf. Die Vertiefung 23 ist dabei so ausgebildet, dass der Übergang zwischen Ventilteller 7 und Ventilkegel 5 in deren Anbindungsbereich stufenlos ist. Mittels des Ventiltellers 7 wird der Hohlraum des Ventilkegels 5 verschlossen. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Boden der Vertiefung 23 eben ausgebildet. Die Seitenwand 25 der Vertiefung 23 verläuft senkrecht zum Boden der Vertiefung 23. Der Durchmesser der Vertiefung 23 und der Außendurchmesser des Ventilkegels 5 an seinem durchmessergrößeren Ende sind gleich groß beziehungsweise in etwa gleich groß.

Wie aus Figur 1 ersichtlich, befindet sich die durchmessergrößere Stirnfläche 27 des Ventilkegels 5 in Gegenüberlage mit der Vertiefungsseitenwand 25, ist also vollständig in der Vertiefung 23 angeordnet. Der Ventilkegel 5 ist mit seinem durchmessergrößeren Ende soweit in die Vertiefung 23 eingeführt, bis er am Boden der Vertiefung 23 anstößt. Es ist daher in einfacher Weise eine reproduzierbare Anordnung des Ventilkegels 5 gegenüber dem Ventilteller 7 realisiert.

Der Ventilteller 7 ist scheibenförmig ausgebildet und weist einen ersten, zylindrischen Längsabschnitt 29 mit gleichbleibendem Querschnitt und einen sich daran anschließenden, keglichen zweiten Längsabschnitt 31A sowie einen sich daran anschließenden, keglichen dritten Längsabschnitt 31B auf, wobei der Kegelwinkel des dritten Längsabschnitts 31B gleich groß wie der Kegelwinkel des Ventilkegels 5 an seinem durchmessergrößeren Ende ist, wodurch ein stufenloser Übergang im Anbindungsbereich zwischen diesen Teilen realisiert ist.

Im ordnungsgemäß zusammengefügt Zustand liegt die Stirnfläche 17 des Ventilschafts 3 flächig am Grund der Vertiefung 23 an, wie in Figur 1 dargestellt. Der Ventilteller 7 wird daher vom Ventilschaft 3 auf seiner dem Brennraum abgewandten Flachseite abgestützt, so dass eine optimale Einleitung der auf den Ventilteller 7 wirkenden Gaskräfte in den Ventilschaft 3 gewährleistet werden kann, ohne dass es dabei zu unzulässig hohen Verformungen des Ventiltellers 7 und des Ventilkegels 5 kommt. Auf Grund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Leichtbauventils 1 kann sichergestellt werden, dass der Ventilkegel 5 im Betrieb des Leichtbauventils 1 annähernd kraftfrei ist, das heißt, dass -wenn überhaupt- nur sehr geringe Kräfte über den Ventilteller 7 in den Ventilkegel 5 eingeleitet werden. Der Ventilkegel 5 kann daher sehr dünnwandig ausgebildet sein, was vorteilhaft bei der Herstellung desselben ist und trägt darüber hinaus zur Verringerung des Gewichts des Leichtbauventils bei.

Der Ventilteller 7 und der Ventilschaft 3 werden mittels Stoffschluss unlösbar miteinander verbunden. Dies kann beispielsweise mittels Reib-, Strahl-, Schmelz- oder Kondensatorentladungsschweißen erfolgen. Zusätzlich oder alternativ

kann der Ventilschaft 3 an seiner Stirnfläche 17 mit dem Ventilteller 7 verschweißt sein.

Vor oder nach dem stoffschlüssigen Verbinden von Ventilschaft 3 und Ventilteller 7 wird der Ventilkegel 5 auf den Ventilschaft 3 aufgeschoben und zwar soweit, bis dessen Durchmessergrößerer Endbereich in die Vertiefung 23 eingreift. Der Ventilkegel 5 wird im Bereich des Führungs- und Zentrierabschnitts 9 mit dem Ventilschaft 3 und in dem im Bereich der Vertiefung 23 liegenden Anbindungsbereich mit dem Ventilteller 7 verschweißt und zwar vorzugsweise mittels eines Reib-, Strahl- oder Schmelzschweißverfahren.

Festzuhalten bleibt noch, dass der Ventilkegel 5 im Bereich seines Führungs- und Zentrierabschnitts 9 eine reduzierte Wandstärke aufweist, so dass eine nur schmale Anlageschulter 15 am Ventilschaft 3 ausreichend ist, um einen stufenlosen Übergang zwischen Ventilkegel und Ventilschaft zu realisieren.

Bei einem anderen, in den Figuren nicht dargestellte Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Ventilschaft 3 im Anbindungsbereich des Ventilkegels 5, also an dessen durchmesserkleineren Endbereich, einen konstanten Querschnitt aufweist, wodurch von der Stirnfläche des Ventilkegels 5 eine umlaufende Randstufe gebildet ist, die jedoch auf Grund der reduzierten Wandstärke des Ventilkegels 5 nur eine geringe Breite aufweist. Die Beeinflussung der Brenngasführung im Bereich der Außenkontur des Ventilkegels 5 ist daher nur gering.

Das vorstehend anhand der Figuren 1 und 2 beschriebene Leichtbauventil 1 zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass seine Einzelteile sich in einfacher Weise durch zusam-



menstecken miteinander verbinden beziehungsweise vorfixieren lassen und dass dabei auf Grund der konstruktiven Ausgestaltung der Einzelteile eine selbstständige Ausrichtung/Zentrierung derselben zueinander erfolgt.

Die im Betrieb des Leichtbauventils 1 auf den Ventilteller 7 wirkenden Gaskräfte werden in vorteilhafter Weise über den mittig am Ventilteller 7 anliegenden Ventilschaft 3 abgestützt. Dabei kann sichergestellt werden, dass die auf den Ventilteller 7 wirkenden Gaskräfte nicht oder nur in unschädlichem Maße in den sehr dünnwandigen Ventilkegel 5 eingeleitet werden. Eine Verformung des Ventilkegels 5 kann daher mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels des Ventiltellers 7. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass insofern auf die Beschreibung zu den Figuren 1 und 2 verwiesen wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind in der Vertiefung 23 drei Versteifungsrippen 33 vorgesehen, die in den Ventilteller 7 einformt sind. In der Darstellung gemäß Figur 3 sind lediglich die Versteifungsrippen 33A und 33B erkennbar. In Draufsicht auf die dem Ventilschaft 3 zugewandte Flachseite des Ventiltellers 7 gesehen, verlaufen die Versteifungsrippen 33 radial zur Längsmittelachse 2 des Leichtbauventils 1 und sind in einem Abstand von 120° voneinander angeordnet. Die Länge der vom Randbereich der Vertiefung 23 in Richtung Ventiltellermitte ausgehenden Versteifungsrippen 33 entspricht in etwa dem halben Radius des Ventiltellers 7. Wie aus Figur 3 ersichtlich, sind bei diesem Ausführungsbeispiel die Versteifungsrippen 33 als geradlinige Leisten ausgebildet, deren Höhe in Richtung der Ventiltellermitte hin zunimmt und deren Breite in Richtung der Ventiltellermitte hin abnimmt.

Die Versteifungsrippen 33 sind komplementär mit der Innenwand des Ventilkegels 5 ausgebildet, so dass dieser im zusammengeführten Zustand des Leichtbauventils 1 mit seiner Innenwand auf der oberen Schmalseite 35 der Versteifungsrippen 33 flächig anliegt und somit von diesen abgestützt ist. Der Ventilkegel 5 und die Versteifungsrippen 33 können an ihrem Anlagekontaktbereich miteinander verschweißt oder verlötet sein.

Wie aus Figur 3 ersichtlich, ist die Vertiefung 23 in ihrem Randbereich mit einer zur Abstützung beziehungsweise als Anlageschulter für den Ventilkegel 5 dienenden, umlaufenden Randstufe 37 versehen, die so ausgebildet ist, dass der Ventilkegel 5 auf seiner Innenseite am Boden der Randstufe 37 anliegt. Auch bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils 1 ist eine derartige Randstufe 37 vorgesehen.

Der Ventilteller 7 mit den daran einstückig ausgebildeten Versteifungsrippen 33 ist auf Grund seiner einfachen Geometrie durch Schmieden kostengünstig herstellbar.

Festzuhalten bleibt, dass der Ventilschaft 3 und der Ventilteller 7 aus dem gleichen Material oder aus unterschiedlichen Materialien bestehen können. Die Verbindung zwischen Ventilteller 7 und Ventilschaft 3 kann insbesondere auch bei allen anhand der Figuren 1 bis 3 beschriebenen Ausführungsbeispielen des Leichtbauventils 1 mittels Reib-, Strahl-, Schmelz- oder Kondensatorentladungsschweißen erfolgen. Das Verbinden von Ventilteller 7 und dem extrem dünnwandigen Ventilkegel 5 erfolgt vorzugsweise mittels Strahl-, Schmelz- oder Laserschweißen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass das erfindungsgemäße Leichtbauventil 1 sich neben seinem nur geringen Gewicht

insbesondere dadurch ausgezeichnet, dass es nur wenige einzelne Bauteile aufweist, die mit wenigen, einfachen Fügeoperationen miteinander verbunden werden können, so dass es insgesamt kostengünstig herstellbar ist.

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils 1. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass insofern auf die Beschreibung zu den vorangegangenen Figuren verwiesen wird. Der Ventilschaft 3 ist hier rohrförmig ausgebildet und weist daher einen Schafthohlraum 39 auf, der am nicht dargestellten Ende des Leichtbauventils 1 mittels eines Ventilschaftendstücks/-fußes verschlossen ist. Der Ventilkegel 7 ist durch Durchmesseraufweitung des Ventilschaftendes gebildet. Durch die Aufweitung des Ventilschaftendes und die spezielle Form des Ventilkegels 5 ergibt sich ein konischer Übergang vom Schafthohlraum 39 zum Ventilkegel 7 hin.

In der Mitte des Ventiltellers 7 ist ein Abstützdorn 41 angeformt, der die Flachseite des Ventiltellers 7 überragt und in seiner Mitte eine fluchtend zum Schafthohlraum 39 verlaufende Vertiefung 43 aufweist. Der Abstützdorn 41 weist einen ringförmigen Querschnitt auf und liegt im Bereich seiner Stirnfläche 45 am Ventilkegel 5 an.

Der Abstützdorn 41 ist bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel mittels Kondensatorentladungsschweißen mit dem Ventilkegel 5 stoffschlüssig verbunden. Dabei ist die Stirnfläche 45 durch teilweises aufschmelzen und anpressen des Ventiltellers gegen den Ventilkegel so verformt, dass die Anlagekontaktfläche 47 des Abstützdorns 41 komplementär zum gegenüberliegenden Innenwandbereich des Ventilkegels ausgebildet ist. Der Ventilkegel 5 kann auch an seinem durchmessergrößeren Ende mittels Kondensatorentladungsschweißen mit

dem Ventilteller 7 im Bereich der Vertiefung 23 verbunden sein, so dass die Fixierung in beiden vorstehend genannten Bereichen in einem Arbeitsgang erfolgen kann. Andere Stoffschlussverbindungsvarianten sind selbstverständlich auch möglich.

Die Anlagekontaktfläche 47 zwischen dem Abstützdom 41 und dem Ventilkegel 5 kann umlaufend ausgebildet sein, so dass die Vertiefung 23 im Ventilteller 7 eine abgeschlossene, ringförmige Kammer bildet, deren Wände vom Ventilteller, Ventilkegel und dem Abstützdom gebildet sind. Es kann vorteilhaft sein, abgeschlossene Räume/Kammern zu vermeiden, was bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel beispielsweise dadurch realisierbar ist, dass die Anlagekontaktfläche 47 von Schlitzten unterbrochen ist, so dass auch im verschweißten Zustand von Ventilteller 7 beziehungsweise Abstützdom 41 und Ventilkegel 5 wenigstens eine Mediumverbindung zwischen den Vertiefungen 23 und 43 besteht. Dadurch können lokale Druckunterschiede im Leichtbauventil 1 ausgeschlossen werden. Die Mediumverbindung kann zusätzlich oder alternativ auch durch eine oder mehrere, quer zur Längserstreckung des Abstützdoms 41 verlaufende Durchbrüche/Bohrungen gebildet sein.

Das hohle Leichtbauventil 1, das an seinem einen Ende mittels des Ventilendstücks und an seinem anderen Ende mittels des Ventiltellers 7 dichtend verschlossen ist, kann mit einem Kühlmedium, beispielsweise Natrium, gefüllt sein. Dabei ist sowohl der Schafthohlraum 39 als auch die Vertiefung 43 im Abstützdom 41 mit dem Kühlmedium gefüllt, so dass sowohl Ventilschaft als auch Ventilteller sowie Ventilkegel gekühlt werden. Sofern eine Mediumverbindung, wie sie vorstehend beschrieben ist, zwischen den Vertiefungen 43 und 23 vorgesehen ist, gelangt das Kühlmedium auch in die von der Vertiefung 23 gebildete Kammer und kann bei entsprechender Ausges-

taltung der Mediumverbindung dort auch zirkulieren, was zur Verbesserung der Wärmeabfuhr aus dem Ventilteller beiträgt.

Figur 5 zeigt einen Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils 1. Teile, die bereits anhand der vorangegangenen Figuren beschrieben wurden, sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass insofern auf die Beschreibung zu den Figuren 1 bis 4 verwiesen wird. Der Ventilteller 7 weist auf seiner die Vertiefung 23 aufweisenden Flachseite ein Schaftverbindungsglied 49 auf, das einstückig mit dem Ventilteller 7 ausgebildet ist und sich in dessen Mitte befindet. Das Schaftverbindungsglied 49 ist an seinem freien Ende mit dem Ventilschaft 3 verbunden, was bei dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel mittels Reibschweißen erfolgt. Die umlaufende, wulstige Reibschweißnaht 51 wird in einem nachfolgenden Arbeitsgang durch spanabhebende Behandlung entfernt. Die Länge des Schaftverbindungsglieds 49 ist bei diesem Ausführungsbeispiel so gewählt, dass bei zusammengesetztem Leichtbauventil 1 der Anbindungsbereich zwischen Schaftverbindungsglied 49 und Ventilschaft 3 außerhalb des Ventilkegelhohlraums angeordnet ist. Diese Ausgestaltung bietet sowohl die Möglichkeit, zunächst den Ventilkegel 5 mit dem Ventilteller 7 und dem Schaftverbindungsglied 49 zu verbinden und erst nachfolgend den Ventilschaft 3 mit dem Ventilteller 7 als auch die alternative Verfahrensvariante, dass in einem ersten Schritt der Ventilschaft 3 mit dem Schaftverbindungsglied 49 und erst in einem zweiten Schritt der Ventilkegel 5 mit dem Ventilteller 7 und dem Schaftverbindungsglied 49 verbunden werden.

Das Schaftverbindungsglied 49 weist in seinem Anbindungsreich an den Ventilschaft 3 den gleichen Außendurchmesser und die gleiche Form wie der Ventilschaft 3 auf, wodurch ein stufenloser Übergang realisiert werden kann.

Am Schaftverbindungsglied 49 sind Mittel zur partiellen, innenseitigen Abstützung des dünnwandigen Ventilkegels 5 vorgesehen, die bei diesem Ausführungsbeispiel von einer an das Schaftverbindungsglied 49 angeformten Verdickung 53 gebildet sind, die sich -in Richtung der Längsmittelachse 2 des Leichtbauventils 1 gesehen- mit axialem Abstand vom Boden der Vertiefung 23 beziehungsweise der dem Ventilkegel 5 zugewandten Flachseite des Ventiltellers 7 befindet. Die Verdickung 53 weist eine bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 umlaufend ausgebildete, konische Abstützfläche 55 auf, die im Anlagekontakt mit einem Innenwandbereich des Ventilkegels 5 steht, wodurch der Ventilkegel 5 abgestützt ist. Die Kontur der Abstützfläche 55 ist komplementär zu diesem Ventilkegel-Innenwandbereich ausgebildet, wodurch eine vollflächige Anlage gewährleistet werden kann.

Der Abstand der Verdickung 53 vom Ventilteller 7 und deren Ausgestaltung ist derart, dass der auf das Schaftverbindungsglied 49 aufgesteckte Ventilkegel 5 sowohl gegenüber dem Ventilteller 7 zentriert als auch in einem solchen Abstand vom Ventilteller 7 gehalten ist, dass der Ventilkegel 5 mit seinem durchmessergrößeren Ende in gewünschter Weise in die Vertiefung 23 hineinragt.

Der Ventilkegel 5 unterscheidet sich von dem anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen dadurch, dass er eine einfachere, kostengünstiger herstellbare Form aufweist, nämlich die einer Tellerfeder.

Festzuhalten bleibt, dass der Ventilkegel 5 an seinem durchmesserkleineren Ende mittels der Verdickung 53 und an seinem durchmessergrößeren Ende mittels der Vertiefung 23 jeweils abgestützt und zentriert ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 ist als besonders vorteilhaft hervorzuheben, dass der Ventilkegel 5 an seinem durchmesserkleineren Ende einen Durchmesser  $d$  aufweist, der deutlich größer als der Außendurchmesser des Ventilschafts 3 ist, so dass sich der Ventilkegel 5 auch bei vorhandener Reibschweißnaht 51 leicht über den Ventilschaft 3 stülpen lässt. Auf Grund der Ausführung des Ventilkegels 5 in Tellerform muss der Ventilschaft 3 auch keine Stufe, das heißt, einen Durchmessersprung aufweisen, um einen stufenlosen Übergang zwischen Ventilkegel 5 und Schaftverbindungsglied 49 zu realisieren, wie aus Figur 5 ersichtlich. Der Ventilkegel 5 liegt im Übergangsbereich an die Verdickung 53 bündig an.

Bei einem in den Figuren nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Verdickung 53 am Ventilschaft 3 angeformt. Die Verbindungsstelle zwischen Ventilschaft 3 und Schaftverbindungsglied 49 liegt hier innerhalb des Ventilkegelhohlraums. Alternativ kann vorgesehen sein, dass auf das Schaftverbindungsglied 49 verzichtet wird und der die Verdickung 53 aufweisende Ventilschaft 3 -wie bei dem anhand der Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel- direkt in Anlage mit dem Ventilteller 7 steht und mit diesem verschweißt ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 weist das Schaftverbindungsglied 49 eine fluchtend zum Schafthohlraum 39 verlaufende Sacklochöffnung 57 auf, die sich bis zum Ventilteller 7 hin erstreckt. Um gleichmäßige Druckverhältnisse im Leichtbauventil 1 sicherstellen zu können, sind im Schaftverbindungsglied 49 um  $90^\circ$  zueinander versetzt angeordnete, schlitzförmige Durchbrüche 57 vorgesehen, die den ringförmigen, vom Ventilkegel, Ventilteller sowie dem Schaftverbindungsglied 49 begrenzten Ventilkegelhohlraum mit der Sacklochöffnung 57 verbinden. Das Leichtbauventil 1 kann mit ei-

nem Kühlmedium gefüllt sein, dass auf Grund der Durchbrüche 59 sich im gesamten Leichtbauventil 1 verteilen kann, was zu einer verbesserten Kühlung des Ventils beiträgt.

Das anhand der Figur 5 beschriebene Ausführungsbeispiel lässt sich besonders einfach mit dem Kühlmedium befüllen, indem zunächst der Ventilschaft, der Ventilkegel sowie der Ventilteller miteinander verbunden und schließlich nachfolgend das Kühlmedium über das offene, freie Ende des hohlen Ventilschafts einfüllt wird. Das freie Ventilschaftende wird nachfolgend verschlossen, beispielsweise indem das Schaftendstück angeschmiedet wird.

Das anhand der Figur 5 beschriebene Ausführungsbeispiel zeichnet sich auf Grund seines vorstehend beschriebenen Aufbaus durch eine leichte Bearbeitbarkeit der Sitz-/Lagerflächen (Abstützfläche 55 und Vertiefung 23 beziehungsweise Randstufe 37) für den Ventilkegel 5 aus.



## Patentansprüche

1. Leichtbauventil (1), insbesondere für Brennkraftmaschinen, mit einem Ventilschaft (3), mit einem hohlen Ventilkegel (5) sowie mit einem den Ventilkegel (5) verschließenden Ventilteller (7), wobei der Ventilteller (7) auf seiner dem Ventilkegel (5) zugewandten Flachseite mit einer Vertiefung (23) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkegel (5) mit seinem durchmessergrößeren Endbereich in die Vertiefung (23) hineinragt.
2. Leichtbauventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung (23) als Zentrier- und/oder Abstützsitz ausgebildet ist.
3. Leichtbauventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Ventilteller (7) und Ventilkegel (5) ein kegeliger Übergang besteht.
4. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilteller (7) scheibenförmig ausgebildet ist und im Anbindungsbereich an den Ventilkegel (5) einen

keglichen Längsabschnitt (31B) aufweist, wobei der Kegelwinkel dieses Längsabschnitts (31B) gleich groß wie der Kegelwinkel des Ventilkegels (5) an seinem durchmessergrößeren Ende ist.

5. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang zwischen Ventilkegel (5) und Ventilschaft (3) und/oder Ventilteller (7) und Ventilkegel (5) in deren Anbindungsbereich zumindest annähernd stufenlos ist.
6. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkegel (5) als separates Bauteil ausgebildet ist und an seinem durchmesserkleineren Endbereich am Ventilschaft (3) oder an einem am Ventilteller (7) vorgesehenen Schaftverbindungsglied (49) fixiert ist, und dass am Ventilschaft (3) oder dem Schaftverbindungsglied (49) ein Zentrier- und/oder Abstützsitz für das durchmesserkleinere Ende des Ventilkegels (5) vorgesehen ist.
7. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass am Ventilteller (7) Mittel zur Abstützung des Ventilkegels (5) vorgesehen sind.

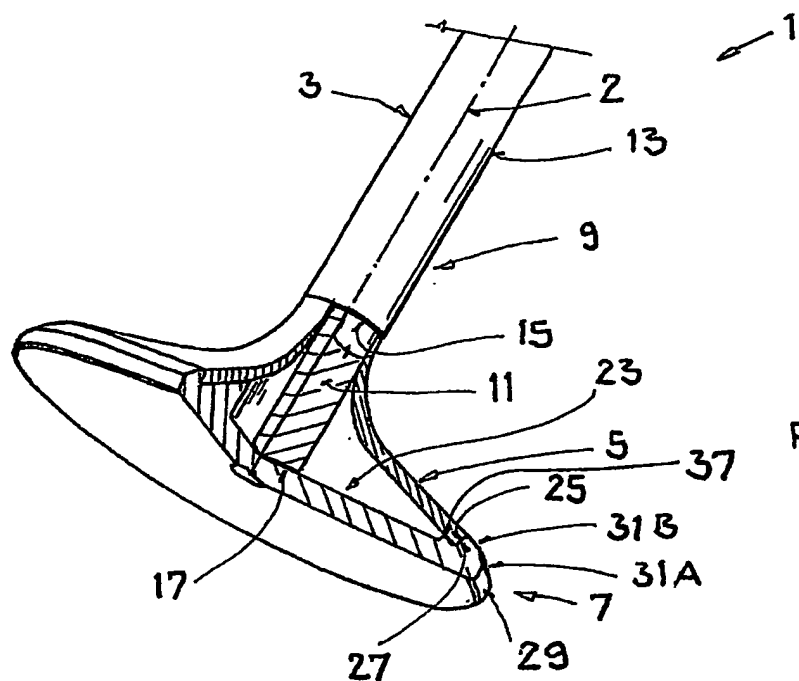


FIG. 1

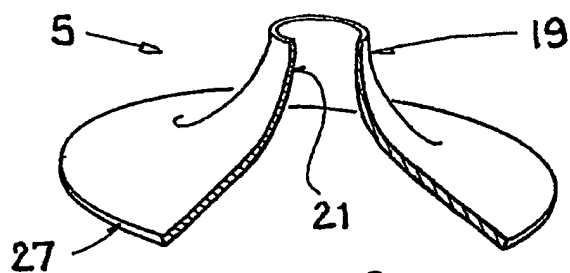


FIG. 2

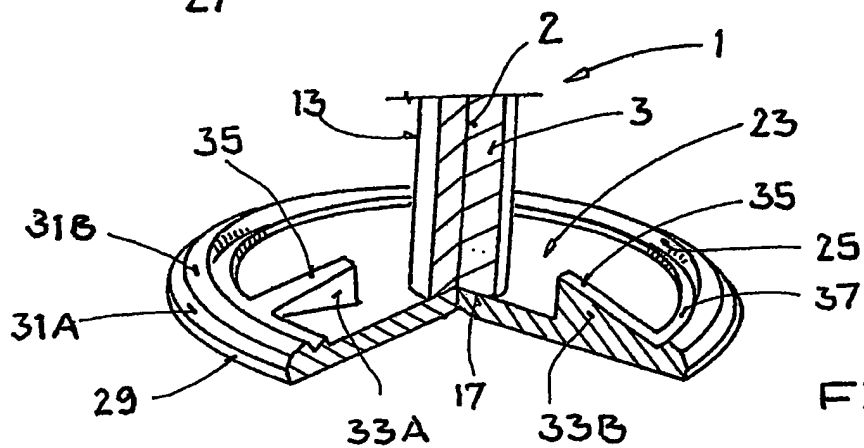
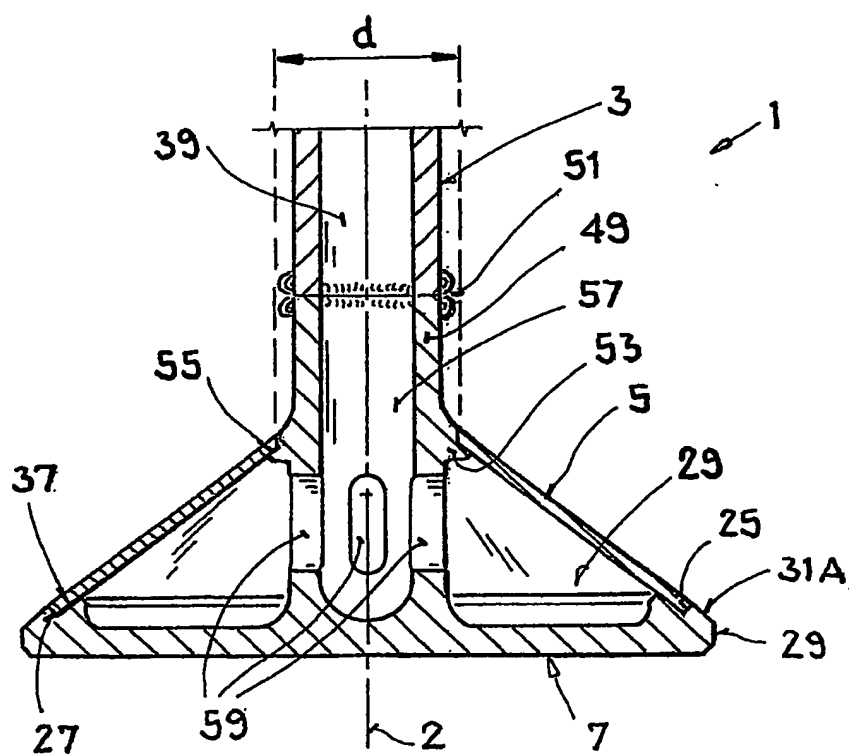
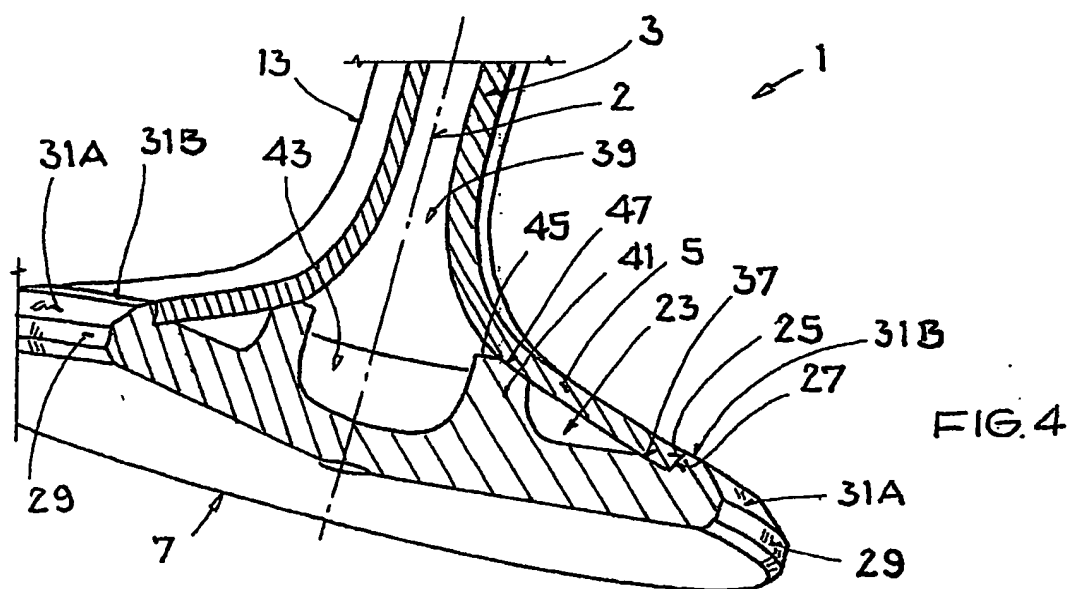


FIG. 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012653

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01L3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/036280 A1 (MURAYAMA TAKEMI) 28 March 2002 (2002-03-28) paragraph '0001! figures 14,16	1-5,7
A	EP 1 070 831 A (EATON CORPORATION) 24 January 2001 (2001-01-24) paragraph '0004! figures 1-3	1-5,7
X	DE 36 25 590 A1 (SCHWAIGER, ODILO) 4 February 1988 (1988-02-04) column 1, lines 48-55 figure 6	1,2,6,7
	----- -/-- -----	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

'E' earlier document but published on or after the international filing date

'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

'&' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 March 2005

Date of mailing of the international search report

12/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Paquay, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012653

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 619 419 A (EATON CORPORATION) 12 October 1994 (1994-10-12) page 3, lines 1-3 figures 1,2a,2b,2c,7a,8,9,13c -----	1-5,7
X	DE 197 31 382 A1 (LEIBER, HEINZ, 71739 OBERRIEXINGEN, DE) 28 January 1999 (1999-01-28) column 1, lines 3-16 figures 1,2,5,7 -----	1,6,7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/012653

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002036280	A1	28-03-2002	NONE	
EP 1070831	A	24-01-2001	US 6263849 B1 CN 1281091 A EP 1070831 A2 JP 2001059408 A	24-07-2001 24-01-2001 24-01-2001 06-03-2001
DE 3625590	A1	04-02-1988	NONE	
EP 0619419	A	12-10-1994	US 5413073 A CN 1094123 A ,C DE 69403843 D1 DE 69403843 T2 EP 0619419 A1 JP 6299816 A US 5458314 A US 5619796 A	09-05-1995 26-10-1994 24-07-1997 29-01-1998 12-10-1994 25-10-1994 17-10-1995 15-04-1997
DE 19731382	A1	28-01-1999	WO 9905397 A1 EP 0998622 A1	04-02-1999 10-05-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012653

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01L3/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/036280 A1 (MURAYAMA TAKEMI) 28. März 2002 (2002-03-28) Absatz '0001! Abbildungen 14,16	1-5,7
A	EP 1 070 831 A (EATON CORPORATION) 24. Januar 2001 (2001-01-24) Absatz '0004! Abbildungen 1-3	1-5,7
X	DE 36 25 590 A1 (SCHWAIGER, ODILO) 4. Februar 1988 (1988-02-04) Spalte 1, Zeilen 48-55 Abbildung 6	1,2,6,7
	----- --/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/04/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Paquay, J



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012653

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 619 419 A (EATON CORPORATION) 12. Oktober 1994 (1994-10-12) Seite 3, Zeilen 1-3 Abbildungen 1,2a,2b,2c,7a,8,9,13c -----	1-5,7
X	DE 197 31 382 A1 (LEIBER, HEINZ, 71739 OBERRIEXINGEN, DE) 28. Januar 1999 (1999-01-28) Spalte 1, Zeilen 3-16 Abbildungen 1,2,5,7 -----	1,6,7

# INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012653

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002036280 A1	28-03-2002	KEINE	
EP 1070831 A	24-01-2001	US 6263849 B1	24-07-2001
		CN 1281091 A	24-01-2001
		EP 1070831 A2	24-01-2001
		JP 2001059408 A	06-03-2001
DE 3625590 A1	04-02-1988	KEINE	
EP 0619419 A	12-10-1994	US 5413073 A	09-05-1995
		CN 1094123 A ,C	26-10-1994
		DE 69403843 D1	24-07-1997
		DE 69403843 T2	29-01-1998
		EP 0619419 A1	12-10-1994
		JP 6299816 A	25-10-1994
		US 5458314 A	17-10-1995
		US 5619796 A	15-04-1997
DE 19731382 A1	28-01-1999	WO 9905397 A1	04-02-1999
		EP 0998622 A1	10-05-2000